

(51)

BEST AVAILABLE COPY

Int. Cl.:

F 22 b

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

(52)

Deutsche Kl.: 13 g, 1/04

 NATIONAL REFERENCE LIBRARY  
 OF SCIENCE AND INVENTION

29 SEP 1969

(10)

(11)

(21)

(22)

(44)

# Auslegeschrift 1 301 821

Aktenzeichen: P 13 01 821.8-13 (D 46616)

Anmeldetag: 25. Februar 1965

Auslegetag: 28. August 1969

Ausstellungspriorität: —

(30)

Unionspriorität

(32)

Datum: —

(33)

Land: —

(31)

Aktenzeichen: —

(54)

 Bezeichnung: Automatisch gesteuerte Dampf-Erzeugungsanlage hoher Leistung mit  
 sehr kurzer Anfahrzeit

(61)

Zusatz zu: —

(62)

Ausscheidung aus: —

(71)

Anmelder: Deutsche Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e. V., 5050 Porz

Vertreter: —

(72)

Als Erfinder benannt: Fabian, Dipl.-Ing. Johannes, 7302 Nellingen

(56)

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-PS 256 576

DT-PS 291 560

DT-PS 326 791

DT-PS 328 856

CH-PS 345 352

DT 1 301 821

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Dampf-erzeugung, deren besondere Vorteile überall dort zur Geltung kommen, wo der Dampf als Treibmittel dient und nicht die Erzeugung chemisch reinen Wasserdampfes Bedingung ist. In diesem Sinne sind auch die in den nachfolgenden Ausführungen verwendeten Ausdrücke »Dampf-« bzw. »Treibmittel-erzeugung« zu verstehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Dampf-Erzeugungsanlage mit möglichst kleinem Raumbedarf zu erstellen, die in der Lage ist, bei kürzester Anfahrzeit zu nicht genau vorherbestimm-  
baren Zeitpunkten möglichst große Mengen an Treib-  
mitteln von Naß- bis zu hohen Heißdampf-tempera-  
turen während relativ kurzer Betriebszeiten zu erzeu-  
gen, wobei die Betriebskosten eine untergeordnete  
Rolle spielen, die Anschaffungskosten jedoch mög-  
lichst niedrig liegen.

Derartige Aufgaben treten z. B. beim Betrieb von Absaugeanlagen für Höhenprüfstände und Vakuum-  
anlagen der Verfahrenstechnik sowie gewissen großen  
Turboantrieben auf.

Da eine Dampf-Erzeugungsanlage mit den gefor-  
derten Eigenschaften nicht nach der bisher üblichen  
klassischen Methode der »Trennung von Feuer und  
Wasser« und nur mit hochenergetischen Treibstoffen  
betrieben werden kann, sind außer einem auto-  
matischen Steuerungssystem sowohl beim Anfahren  
und Abschalten besondere Sicherheitsvorrichtungen  
mit Rücksicht auf die Möglichkeit eines Bedienungs-  
fehlers oder eventuell auftretender Störungen ge-  
fordert.

Die erfindungsgemäße Dampf-Erzeugungsanlage,  
bei der den in einer oder mehreren parallelgeschal-  
teten Flüssigkeits-Raketen-Brennkammern aus hoch-  
energetischen Kraftstoffen erzeugten Brenngasen  
Wasser in vorbestimmten Mengen eingespritzt wird,  
ist dadurch gekennzeichnet, daß zur Verhinderung  
von Schwingungen das zu verdampfende Wasser in  
einer durch eine Einziehung der Brennkammer an  
ihrem Ende bewirkten Zone geringeren Strömungs-  
querschnitts der Brenngase mit entsprechend erhöh-  
ter Unterschallgeschwindigkeit durch in regelmäßiger  
Teilung angeordnete Löcher mit angepaßter Ge-  
schwindigkeit und unter angepaßtem Winkel radial  
zur Längsachse der Brennkammer eingespritzt und  
durch eine an die Brennkammer anschließende, zu  
einem Verdampfungsraum auslaufende Querschnitts-  
erweiterung eine Verwirbelung des Gemisches erzielt  
wird, wobei der Verdampfungsraum so bemessen  
ist, daß eine mittlere Verweilzeit von etwa 0,05 Sekun-  
den eingehalten wird, und daß etwa 10% des zu  
verdampfenden Wassers bereits im unteren Teil der  
Brennkammer oberhalb der Einschnürung über regel-  
mäßig verteilte Löcher so gegen einen an der Innen-  
wand angebrachten Ring gespritzt wird, daß an  
der Innenwand ein zusammenhängender dünner  
Wasserfilm entsteht.

Die vollprogrammierte Treibmittel-Erzeugungsan-  
lage gemäß der Erfindung erreicht in weniger als  
5 Sekunden ihre volle Leistung, und unter den vor-  
gesehenen Sicherheitsvorkehrungen wird jeder neue  
Schritt des automatischen Anfahrens über eine Vor-  
stufe bis zur vollen Leistung durch eine oder mehrere  
Rückmeldungen der einwandfreien Funktion aus  
dem vorangegangenen Schritt ausgelöst, wobei Druck-  
stöße vermieden werden.

Die Anlage erfordert einen sehr geringen Platz-

bedarf, bezogen auf ihre Leistung. Als Beispiel sei  
eine komplette mit den benötigten Treibstoffen ver-  
sehene Anlage erwähnt, die bei  $3 \times 6 \text{ m}^2$  Grund-  
fläche und 6 m Höhe 40 t Treibmittel von 21 kp/cm<sup>2</sup>  
und 250°C erzeugen kann, d. h. zum Beispiel  
30 kg/sec · 22 min oder 3 kg/sec · 220 min usw. Durch  
Dosierung der Wasser- zu den Treibstoffmengen  
läßt sich für jede Leistung jede Temperatur des  
Dampf-Gas-Gemisches von Naßdampf- bis zu hohen  
Heißdampf-temperaturen einstellen.

Es ist bereits eine Dampf-Gas-Erzeugungsanlage  
auf der Basis einer mit flüssigem Brennstoff betrie-  
benen Brennkammer, welche einen Brennstoff und  
einen Wasserkreis aufweist, bekannt, wobei den in  
der Brennkammer erzeugten Brenngasen zusätzlich  
Wasser in vorbestimmten Mengen eingespritzt wird  
und wobei der Brennkammer ein zusätzlicher Ver-  
dampfungsraum zugeschaltet wird, in dem die rest-  
lose Verdampfung des eingespritzten Wassers erfolgt.  
Ferner ist auch ein Dampferzeuger mit Wasserein-  
spritzung vorgeschlagen worden, bei dem Wasser-  
stoff und Sauerstoff als Kraftstoff verwendet wird.  
Die die erfindungsgemäße Anlage kennzeichnenden  
Eigenschaften, kleinster Raumbedarf, geringe Her-  
stellungs- bzw. Anschaffungskosten und kürzeste An-  
fahr- und Abschaltzeiten können mit den bisher  
bekannten Dampferzeugern nicht erreicht werden.

Die erfindungsgemäße Anlage kann leicht trans-  
portabel ausgeführt werden. Bei Voraussetzung eines  
nicht zu häufigen und relativ kurzzeitigen Betriebs  
ist sie ab etwa 2 kg/sec Treibmittelerzeugung infolge  
sehr geringer Investitionskosten trotz der durch die  
Verwendung des Oxydators erhöhten Betriebsstoff-  
kosten rentabler als die bisher bekannten Dampf-  
erzeuger ohne oder mit Speicherung des erzeugten  
Dampfes.

Die Förderung der Treibstoffe (Oxydator, Zünd-  
brennstoff, Brennstoff) und des Wassers kann sowohl  
mit Druckgas (bevorzugt trockene Druckluft) wie  
durch Pumpen erfolgen, und zwar in beliebiger  
Kombination entsprechend wirtschaftlichen, betrieb-  
lichen und technischen Gesichtspunkten. Es können  
pneumatische Ventile mit elektromagnetischer An-  
steuerung und elektromagnetische Ventile verwendet  
werden.

Das Hochfahren der Anlage auf volle Leistung  
erfolgt in einigen Sekunden, das Abschalten in  
weniger als 1 Sekunde. Bei der Wahl von 99%iger  
HNO<sub>3</sub> als Oxydator ist es möglich, die betriebs-  
bereite Anlage längere Zeit in Bereitstellung zu  
halten.

Als Brennstoffe für die Verbrennung in der/den  
Raketenbrennkammern sind normale, preiswerte  
Kohlenwasserstoffe geeignet. Bei der Wahl von  
99%iger HNO<sub>3</sub> als Oxydator hat sich ein Gemisch  
von 75 bis 50 Volumprozent Dieseldieselkraftstoff oder  
leichtem Heizöl mit 25 bis 50 Volumprozent Ter-  
pentinöl als für eine ruhige Verbrennung geeignet  
und wirtschaftlich erwiesen. Die Verbrennung erfolgt  
im stöchiometrischen Mischungsverhältnis, um mög-  
lichst heiße und saubere neutrale Brenngase zu  
erzielen.

Das zu verdampfende Wasser braucht auch bei  
starkem Kalkgehalt nicht aufbereitet zu werden.

Gemäß einem weiteren Erfindungsgedanken wird  
das eingespritzte Wasser zuvor zur Kühlung der  
Wände des Raketenbrennkammeraumes oder eines  
Teiles des Verdampfungsraumes verwendet.

Die Anlage kann mit der weiter unten beschriebenen automatischen Programmsteuerung durch Fernbedienung mehrfach angefahren und abgeschaltet werden, so lange, bis die aufgefüllten Treibstoffe erschöpft sind.

Im Institut für Chemische Raketenantriebe des Erfinders sind seit Ende 1964 die oben beschriebenen, dort entwickelten Treibmittel-Erzeugungsanlagen verschieden großer Leistung (etwa 10 t/h, 30 t/h und etwa 120 t/h) erfolgreich in Betrieb. Mit ihnen wurden während verhältnismäßig kurzdauernder Betriebszeiten weit über 350 t Dampf-Gas-Gemische erzeugt (Normalzustand 21 kp/cm<sup>2</sup>, 250°C).

Die Erfindung soll nun an Hand der A b b. 1 näher erläutert werden. Hier ist die erfindungsgemäße Dampf-Erzeugungsanlage schematisch im Schnitt dargestellt, wobei im Interesse der besseren Übersichtlichkeit die Behälter für die Betriebsstoffe fortgelassen und nur die Zuleitungen angedeutet sind.

Die Ansteuerung der Anlage kann teil- oder vollprogrammiert ausgeführt werden. Die Vollprogrammierung bietet eine größere Sicherheit und auch bei Anfahren der Anlage reproduzierbare Verhältnisse. Ein Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße vollprogrammierte Steuerung der Anlage ist in der A b b. 2 dargestellt.

Die Betriebsstoffzufuhr ist durch die Symbole 17 bis 20 (s. A b b. 1) angedeutet, und zwar 17 für den Zündbrennstoff (z. B. Furfurylalkohol), 18 für den Brennstoff (normale Kohlenwasserstoffe), 19 für den Oxydator (z. B. 99%ige HNO<sub>3</sub>) und 20 für Wasser (nicht aufbereitet).

In der schematischen Darstellung in A b b. 1 ist es offengelassen, ob die Förderung der Flüssigkeiten durch Druckgas oder durch Pumpen erfolgt.

Vor Betriebsbeginn werden alle Leitungen der betankten Anlage bis zu den Ventilen 3 (Oxydator), 4 (Zündbrennstoff), 5 und 9 (Wasser) und 8 (Brennstoff) gefüllt.

Bei Betriebsbeginn werden zunächst die Sicherheitsventile 1 (Bypaß Oxydator) und 2 (Zündbrennstoff) geöffnet. Danach werden die Leitungen bis zu den Ventilen 3 (Oxydator), 4 (Zündbrennstoff), 7 (Brennstoff), 5 und 9 (Wasser) unter Druck gesetzt. Zur Zündung und zum Erreichen einer Vorstufe von etwa  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  der vollen Leistung werden die Ventile 4 (Zündbrennstoff), 3 (Oxydator) und 5 (Wasser) geöffnet. Zündbrennstoff und Oxydator werden in vorbestimmten Mengen über das Einspritzsystem 10 in die Brennkammer 11 eingespritzt, wo sie miteinander hypergol brennen. Dem für die Vorstufe erforderlichen Wasser wird der Weg in den Kühlmantel zwischen Brennkammer 11 und Außenmantel 12 freigegeben. Das die Wandung der Brennkammer kühlende und dabei erwärmte Wasser wird zum überwiegenden Teil nach Passieren des geteilten Füllstückes 13 in der Zone 14, die sich durch geringeren Strömungsquerschnitt und entsprechend erhöhte Unterschallgeschwindigkeit der Brenngase auszeichnet, in die heißen ausgebrannten Brenngase eingespritzt. Ein geringer Anteil des Wassers (etwa 10%) wird bereits oberhalb der Einschnürung im zylindrischen Teil der Brennkammer 11 gegen einen an der Innenwand der Brennkammer angebrachten Ring 21 gespritzt, und zwar derart, daß ein dünner zusammenhängender Wasserfilm an der Innenwand der Brennkammer entsteht, der auf seinem weiteren

Weg ebenfalls verdampft wird und an der anschließenden Durchmischung teilnimmt. Damit werden ohne Leistungseinbuße die Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit des Kühlpaltes herabgesetzt und die Betriebssicherheit verbessert. Der sich aufbauende Vorstufendruck wird zur Weiterschaltung in die Hauptstufe benutzt.

Bei nicht programmgemäßem Verlauf schaltet ein Zeitrelais 23 die Anlage ab.

Zum Weiterschalten in die Hauptstufe (volle Leistung) werden zunächst Ventil 8 (Brennstoff), dann die Sicherheitsventile 6 (Oxydator), 7 (Brennstoff) und das Ventil 9 (Wasser) geöffnet.

Das Ventil 4 (Zündbrennstoff), die Sicherheitsventile 2 (Zündbrennstoff) und 1 (Bypaß Oxydator) werden geschlossen. Die Anlage erreicht ihre volle Leistung bei Verbrennung von normalen preiswerten Kohlenwasserstoffen. Die insgesamt zum Anfahren bis zur vollen Leistung benötigte Zeit beträgt einige Sekunden (etwa 5 Sekunden).

Bei nicht programmgemäßem Weiterschalten in die Hauptstufe (volle Leistung) schaltet ein Zeitrelais 24 die Anlage ab.

Die Treibstoffe werden in vorbestimmten Mengen und in stöchiometrischem Mischungsverhältnis in die Brennkammer 11 mittels des Einspritzsystems 10 eingespritzt, um möglichst neutrale Brenngase zu erhalten. Der Verbrennungswirkungsgrad hängt hauptsächlich von der Ausbildung des Einspritzsystems 10 und der Größe des Verbrennungsraumes der Brennkammer 11 ab. Etwa 98% können erreicht werden.

Der überwiegende Teil des zu verdampfenden Wassers wird erst in die durchreagierten Brenngase eingespritzt, und zwar in einer durch eine Einziehung der Brennkammer bewirkten Zone 14 erhöhter Unterschallgeschwindigkeit und verringertem Strömungsquerschnitts der Brenngase. Die Einspritzung erfolgt dort zur Vermeidung von Schwingungen in der Brennkammer durch regelmäßig angeordnete Löcher in radialer Richtung mit einer der Gasgeschwindigkeit angepaßten Geschwindigkeit und unter einem angepaßten Winkel zur Längsachse der Brennkammer 11. Durch eine nachfolgende Querschnittserweiterung zum Verdampfungsraum 15 wird eine Verwirbelung von Brenngasen und Wasser bzw. Wasserdampf erzielt. Die Bemessung des Verdampfungsraumes 15 sichert den praktisch vollständigen Temperaturengleich des Dampf-Gas-Gemisches. Eine mittlere Verweilzeit von etwa 0,05 Sekunden hat sich als ausreichend erwiesen.

Im engsten Querschnitt der Treibdüse 16 erreicht das Dampf-Gas-Gemisch (Treibmittel) Schallgeschwindigkeit. Durch Abstimmung der Wassermenge zur Menge der Treibstoffe (Oxydator und Brennstoff) kann die Gemischtemperatur von Naßdampf- bis zu hohen Heißdampftemperaturen eingestellt werden.

Entsprechend dem stöchiometrischen Mischungsverhältnis der Treibstoffe und dem hohen Verbrennungswirkungsgrad ist das entstehende Dampf-Gas-Gemisch weitgehend sauber und neutral. Die Brenngase sind also integrierender Bestandteil des erzeugten Treibmittels.

Bei jedem Abschalten der Anlage, gewollt bei Beendigung des Betriebes oder automatisch beim eventuellen Auftreten einer Störung bzw. durch die eingebauten Zeitrelais 23 und 24 bei nicht programm-

gemäßen Verlauf des Anfahrens, werden die geöffneten Ventile geschlossen. Dabei werden Druckstöße in den Leitungen durch eine geregelte Schließfolge vermieden.

Durch Druckgas (bevorzugt trockene Druckluft) werden die zwischen den Ventilen 3 (Oxydator), 4 (Zündbrennstoff) sowie 8 (Brennstoff) und dem Einspritzsystem 10 (einschließlich der in diesem selbst vorhandenen) beim Abschalten befindlichen Treibstoffe in die noch mit heißen Brenngasen gefüllte Brennkammer 11 geblasen, wo sie miteinander reagieren. Das Anblasen wird nach einer einstellbaren Zeit durch ein Zeitrelais 25 abgeschaltet. Während des Ausblasens wird ein Ventil 22 geöffnet gehalten, das bei einer normalerweise (hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht gezeichneten) vorhandenen waagerechten Strecke vor der Treibdüse das Ablassen von nachgelaufenem oder einkondensiertem Wasser ermöglicht. Das Ventil 22 wird über das Zeitrelais 25 wieder geschlossen. Danach kann die Anlage, sofern noch Treibstoffe in den Tanks vorhanden sind, wieder angefahren werden.

Im folgenden wird die praktische Ausführung einer erprobten Steuerung für eine erfindungsgemäße Dampf-Erzeugungsanlage hoher Leistung mit sehr kurzer Anfahrzeit an Hand des in A b b. 2 dargestellten Stromlaufplanes erläutert. Dabei werden die Treibstoffe (Oxydator, Zündbrennstoff und Brennstoff) durch trockene Druckluft, das Wasser durch eine Pumpe gefördert. Zur besseren Übersicht und im Interesse eines schnelleren Auffindens der einzelnen Schaltsymbole ist der Stromlaufplan in einzelne Felder aufgeteilt, die im Text hinter den einzelnen Bezugswerten in Klammern angegeben sind, z. B. (F2), (F5) usw.

Die im Stromlaufplan (A b b. 2) dargestellte Steuerung stellt nur ein Ausführungsbeispiel für eine vollprogrammierte Dampf-Erzeugungsanlage gemäß der Erfindung dar. Bei dem Entwurf dieser Steuerung stand die Sicherheit und Zuverlässigkeit im Betrieb und vor allem auch die Vermeidung von Bedienungsfehlern während der Ingang- bzw. Außerbetriebsetzung der Anlage im Vordergrund. Es sind verschiedene Variationen in der Relaisanordnung für die Betätigung der Ventile und die Signalisierung bzw. Rückmeldevorrichtungen denkbar, vor allem ist eine Vereinfachung und Kombination von Hand- und automatischer Steuerung möglich.

Die Beschreibung ist in der Form einer Bedienungs- bzw. Betriebsanleitung gehalten und soll als solche die umfangreichen Sicherungsvorkehrungen illustrieren.

Zum Betanken der Behälter muß der Schlüsselschalter SS1 betätigt werden. Taste »Betanken Ein« (F2 bedeutet Feld 2 im Stromlaufplan) wird gedrückt. Schütz c5 (F5) zieht an. Lampe leuchtet auf, was bedeutet, daß Batteriespannung vorhanden ist. Über einen Haltekontakt von Schütz c5 (F2) wird die Taste »Betanken Ein« überbrückt.

#### 1. Betanken mit Zündbrennstoff zum Anfahren (z. B. Furfurylalkohol)

Rastertaste »Betanken Zündbrennstoff« (Furfurylalkohol) (F20) wird gedrückt. Relais d30 (F21) zieht an. Der Umschaltkontakt d30 (F20) legt Ventil 2.5 an Spannung.

Elektromagnetische Ventile werden mit der Vorziffer »2.«, pneumatische Ventile mit der Vorziffer »0.« bezeichnet.

Ventil 2.5 steuert Ventil 0.9 auf. Über die eingebaute Drucktaste im Ventil 0.9 sowie über den Umschaltkontakt d30 (F21) wird eine Lampe im Blockschaltbild auf dem Bedienpult zum Aufleuchten gebracht.

Nach Beendigung des Betankungsvorganges Zündbrennstoff (Furfurylalkohol) wird die dazugehörige Rastertaste abermals gedrückt. Relais d30 wird stromlos und fällt ab. Die Lampe im Blockschaltbild erlischt. Ventil 2.5 wird stromlos, und das Ventil 0.9 schließt wieder.

#### 2. Betanken mit Brennstoff (normale Kohlenwasserstoffe, z. B. Dieselkraftstoff oder leichtes Heizöl mit 25 Volumprozent Terpentinöl)

Rastertaste »Betanken Brennstoff« (F24) wird gedrückt. Relais d31 (F25) zieht an. Der Umschaltkontakt d31 (F24) legt Ventil 2.14 an Spannung. Ventil 2.14 steuert Ventil 0.8 auf. Die Lampe im Blockschaltbild wird über die Drucktaste von Ventil 0.8 sowie dem Umschaltkontakt d31 (F25) zum Aufleuchten gebracht.

Nach Beendigung des Betankungsvorganges Brennstoff wird die dazugehörige Rastertaste abermals gedrückt. Relais d31 wird stromlos und fällt ab. Die Lampe im Blockschaltbild erlischt. Ventil 2.14 wird stromlos, und das Ventil 0.8 schließt wieder.

#### 3. Betanken Oxydator (z. B. 99%ige HNO<sub>3</sub>)

Rastertaste »Betanken Oxydator« (F40) wird gedrückt. Relais d32 (F42) zieht an. Da sich, wenn es nicht geöffnet wird, am Bypassventil 0.11 ein Luftpolster bildet, muß selbiges ebenfalls aufgesteuert werden. Der Umschaltkontakt d32 (F22) legt Ventil 2.7 an Spannung.

Ventil 2.7 steuert Ventil 0.11 auf. Die Lampe im Blockschaltbild wird über die Drucktaste von Ventil 0.11 sowie dem Umschaltkontakt d32 (F23) zum Aufleuchten gebracht.

Ein weiterer Umschaltkontakt d32 (F40) legt gleichzeitig mit Ventil 2.7 das Ventil 2.8 an Spannung. Ventil 2.8 steuert Ventil 0.12 auf. Die Lampe im Blockschaltbild wird über die Drucktaste von Ventil 0.12 sowie dem Umschaltkontakt d32 (F42) zum Aufleuchten gebracht.

Die Oxydatorbetankung kann nun beginnen.

Die Säurestandanzeige in den Behältern erfolgt am Prüfstand sowie am Bedienpult über Lampen (F5 bis F6), wobei aus Sicherheitsgründen die Lampen am Prüfstand doppelt ausgelegt sind.

Die Säurestandanzeige besteht aus drei Vorwarnungen sowie einem Überlauf- bzw. automatischen Abschaltkontakt. Steigt der Säurespiegel bis zum Überlaufkontakt, d. h. bevor die Säure aus den Behältern austreten würde, zieht Relais d4 (F6) an und bringt Relais d32 mit seinem Ruhekontakt d4 (F41) zum Abfall. Kontakt d4 (F6) bringt eine Lampe zum Aufleuchten.

Die beiden Ventile 2.7. und 2.8 werden stromlos, und die Ventile 0.11 und 0.12 schließen wieder. Die beiden Lampen im Blockschaltbild erlöschen.

Der Betankungsvorgang Oxydator ist beendet.

Die Rastertaste »Betanken Oxydator« muß nun wieder gedrückt werden, und zwar ob automatisch oder vorzeitig abgeschaltet wurde.

Nach Beendigung sämtlicher Betankungsvorgänge ist die Taste »Betankung Aus« (F5) zu drücken. Schütz c5 (F5) fällt ab. Die Lampe, welche die vorhandene Batteriespannung anzeigte, erlischt. Relais d4 wird stromlos und fällt ab. Die Lampe erlischt. Der Schlüssel zum Schlüsselschalter 1 ist abzuziehen. Der Betankungskreis ist wieder stromlos.

Es sollte nun nochmals kontrolliert werden, ob sich sämtliche Rastertasten in Ruhestellung befinden.

Zum Betankungsvorgang sowie zum Fahrvorgang werden verschiedene Schlüssel verwendet, die sich an einem gemeinsamen Ring befinden, so daß eine doppelte Einschaltung ausgeschlossen ist.

#### 4. Betrieb

Schlüsselschalter SS2 wird betätigt und entriegelt dadurch den Hauptschalter. Nach Einschaltung des Hauptschalters zeigt das eingebaute Voltmeter die vorhandene Batteriespannung an.

Relais d2 und d3 (beide F5a) ziehen an, wenn die Säurebehälter betankt sind. Die Bezeichnungen u1 und u2 (F5a) bedeuten Abschaltkontakt Oxydator-tank 1 und 2.

Über die beiden Kontakte d2 (F4) und d3 (F5) leuchten zwei Lampen im senkrechten Lampenstreifen auf. Die beiden Kontakte d2 und d3 (beide F8) schließen.

Bedingt durch die Bauart der Zeitrelais müssen diese vorelert werden, d. h., sie werden sofort nach Einschalten des Hauptschalters an Spannung gelegt, Zeitrelais ZR1 (F33), ZR2 (F46), ZR3 (F48).

Ebenfalls zieht Relais d5 (F12) sofort an. Kontakt d5 (F18) schließt.

Ist die für den Betrieb benötigte Druckluft vorhanden, so schließt das Kontaktmanometer p Luft (F8) und bringt eine Lampe zum Aufleuchten.

Nach Aufleuchten der drei beschriebenen Lampen kann nun die Wasserpumpe eingeschaltet werden. Taste »Pumpe Ein« wird gedrückt. Relais E2 (Schaltbild Wasserpumpensteuerung) steuert die Stern-Dreieck-Kombination.

Kontakt e2 bringt die Rückmeldelampe, daß die Pumpe angesteuert wurde, zum Aufleuchten (F3). Relais E2 hält sich über die beiden Kontakte d27 (F2) und d29 (F3) sowie über seinen eigenen Kontakt.

Die Lampe, welche den vorhandenen Wasserpumpendruck anzeigt, leuchtet auf, und zwar über Kontakt d26 (F11) Lemme 142). Das Kontaktmanometer p H<sub>2</sub>O (F8) für den Pumpendruck muß aus Sicherheitsgründen hoch eingestellt werden. Nach Umschaltung auf die Hauptstufe wird der Kontakt d26 (F11) geöffnet. Sollte der Pumpendruck dann nicht seinen vorgewählten Wert erreichen, wird die Anlage automatisch abgeschaltet.

Bei »Brennschluß« ziehen die beiden Relais d27 (F50) und d29 (F56) an und unterbrechen den Haltestromkreis von Relais E2. Bei »Brennschluß ohne Entlüftung« kann die Pumpe über Kontakt d29 (F3) wieder nach Ablauf der Ausblasezeit eingeschaltet werden.

Taste »Ein« wird gedrückt. Schütz c1 (F8) zieht über die Kontakte d2, d3, d26 bzw. d2, d3, p H<sub>2</sub>O, p Luft an, und hält sich über seinen eigenen Kontakt c1 (F7). Kontakt c1 (5a) schaltet den Betankungskreis aus Sicherheitsgründen nochmals ab. Kontakt c1 (F14) legt Spannung an das Entlüftungsventil 2.9, das die Ventile 0.2, 0.3, 0.4 zusteuert.

Über die Drucktaste im Ventil 0.2 zieht Relais d7

an, über die Drucktaste im Ventil 0.3 Relais d8 und über die Drucktaste im Ventil 0.4 das Relais d9. Die Rückmeldelampen von Ventil 0.2 für Brennstoff, 0.3 für Furfurylalkohol und 0.4 für Oxydator leuchten im Blockschaltbild auf. Die Entlüftungsventile der Behälter sind nun geschlossen. Die drei Kontakte der Relais d7, d8 und d9 (F15) bringen den Schütz c2 (F15) über Kontakt c1 (F15) zum Anzug. Schütz c2 hält sich über seinen eigenen Kontakt (F16) und überbrückt somit die Rückmeldung der drei Entlüftungsventile. Es könnte sonst der Fall eintreten, daß durch Erschütterung oder sonstige Einflüsse ein Relaiskontakt öffnet.

Kontakt c2 (F1) bringt Relais d1 zum Anzug, welches sich bis zur Abschaltung des Hauptschalters über seinen eigenen Kontakt (F2) selbst hält.

Kontakt c2 (F15) bringt über den Ruhekontakt c3 (F18) das Trennventil 2.10 zum Ansprechen. Das Trennventil 2.10 öffnet Ventil 0.5. Ventil 0.5 bringt über seine eingebaute Drucktaste Relais d10 zum Anzug. Lampe im Blockschaltbild leuchtet auf. Relais d10 hält sich über seinen eigenen Kontakt d10 (F19).

Kontakt d10 (F20) schließt den Stromkreis über Kontakt d26 (F20) für das Ventil 2.5 (Sicherheitsventil Furfurylalkohol). Ventil 2.5 steuert Ventil 0.9 auf. Ventil 0.9 bringt über seine Drucktaste Relais d11 zum Anzug. Lampe im Blockschaltbild leuchtet auf.

Gleichzeitig mit Ventil 2.5 wird Ventil 2.7 (Bypaßventil Oxydator (F22)) über Kontakt d10 (F22) sowie Kontakt d26 (F22) an Spannung gelegt. Ventil 2.7 steuert Ventil 0.11 auf. Ventil 0.11 bringt Relais d12 über seine Drucktaste zum Anzug. Lampe im Blockschaltbild leuchtet auf.

Schütz c4 zieht über die Relaiskontakte von d1, d11 und d12 (alle F26) an und hält sich selbst über seinen eigenen Kontakt c4 (d27) und überbrückt aus Sicherheitsgründen die Kontakte d1, d11 und d12 (alle F26).

Kontakt c4 (F26) schließt den Stromkreis für das Vorstufenventil 2.21 sowie für die Lampe im Blockschaltbild. Nun werden sämtliche Behälter unter Druck gesetzt.

Kontakt c4 (F28), welcher aus Rückstromgründen eingebaut ist, schließt ebenfalls. Der Druck in den Behältern steigt an. Ein eingebautes Kontaktmanometer p Brennstofftank schließt bei seinem vorgewählten Wert. Danach ziehen die beiden Relais d14 und d15 (F29) gleichzeitig an. Sie halten sich über den Kontakt d14 (F29) selbst.

Zeitrelais ZR1 (F33), welches auf 7 Sekunden eingestellt ist, wird über Kontakt d14 (F34) zum Ablaufen gebracht.

Über Kontakt d14 (F32) wird der Stromkreis für das Wassersteuerventil 2.12 geschlossen. Ventil 2.12 steuert Ventil 0.13 I auf. Dieses bringt Relais d19 (F32) über seine Drucktaste zum Anzug. Gleichzeitig leuchtet die Lampe im Blockschaltbild auf. Kontakt d15 (F30) legt Spannung über Kontakt d26 (F30) an das Furfurylalkoholsteuerventil 2.11. Ventil 2.11 steuert die beiden Ventile 0.15 und 0.15 I auf. Ventil 0.15 bringt über seine Drucktaste Relais d16 zum Anzug. Ventil 0.15 I schließt den Stromkreis für Relais d17. Beide Rückmeldelampen im Blockschaltbild leuchten auf.

Kontakt d15 (F31) steuert das Oxydatorsteuerventil 2.1 an der Brennkammer über einen Druck-



knopf auf. Ventil 2.1 öffnet das Oxydatorventil 0.16. Dieses betätigt zwei Drucktasten.

Die erste Drucktaste (F31) öffnet den Stromkreis für sein Steuerventil 2.1. Dieses wird dadurch entlüftet, so daß bei Brennschluß ein rasches Schließen gewährleistet ist.

Die zweite Drucktaste legt Spannung an Relais d18. Die Rückmeldelampe im Blockschaltbild leuchtet auf.

Nach erfolgter Zündung in der Brennkammer entsteht dort ein Brennkammerdruck. Das Kontaktmanometer *ppi* (F35) schließt nach seinem vorgewählten Wert.

Relais d21 zieht nun über Kontaktmanometer *ppi*, Kontakt d19, Kontakt d18, Kontakt d16 (alle F35) oder Kontakt d17 (F36) an.

Die Kontakte d16 (F35) und d17 (F36) sind parallel geschaltet, da es zur Zündung ausreichen würde, wenn nur ein Furfurylalkoholventil 0.15 oder 0.15 I öffnen würde.

Kontakt d21 (F37) ist der Haltekontakt für Relais d21 (F35). Er überbrückt die Ventile 0.15, 0.15 I, 0.16, 0.13 I sowie das Kontaktmanometer *ppi*.

Sind nun noch keine 7 Sekunden nach dem Anzug von Relais d14 vergangen, so wird das Zeitrelais ZR1 von dem Kontakt d21 (F3) abgeschaltet, d. h., die Vorstufe ist fehlerfrei durchgelaufen.

Sollte irgendeine Rückmeldung fehlen, so kann Relais d21 (F35) nicht anziehen, und das Zeitrelais ZR1 schaltet automatisch die Anlage über Kontakt *zr1* und Kontakt d21 (F16) ab. Die Funktion ist genau dieselbe wie bei dem später beschriebenen »Brennschluß ohne Entlüftung«.

Kontakt d21 (F47) läßt das Zeitrelais ZR2, welches auf 10 Sekunden eingestellt ist, ablaufen.

Kontakt d21 (F43) schließt den Stromkreis für das Brennstoffsteuerventil 2.2. Ventil 2.2 steuert Ventil 0.14 und Ventil 0.14 I auf.

Ventil 0.14 schließt den Stromkreis über seine Drucktaste für Relais d24, das sich über seinen Kontakt d24 (F44) selbst hält.

Ventil 0.14 I legt Spannung über seinen Druckknopf an Relais d25, das sich ebenfalls über seinen eigenen Kontakt d25 (F45) selbst hält. Im Blockschaltbild leuchten die beiden Lampen auf.

Kontakt d24 und Kontakt d25 (beide F24) schließen den Stromkreis für das Brennstoffsicherheitsventil 2.14. Ventil 2.14 steuert Ventil 0.8 auf. Die eingebaute Drucktaste im Ventil 0.8 bringt Relais d13 zum Anzug, welches sich über Kontakt d13 (F25) selbst hält. Die Rückmeldelampe leuchtet im Blockschaltbild auf.

Gleichzeitig mit dem Brennstoffsicherheitsventil 2.14 wird das Oxydatorhauptsicherheitsventil 2.8 über Kontakt d24 und Kontakt d25 (F40) an Spannung gelegt. Ventil 2.8 steuert Ventil 0.12 auf. Ventil 0.12 bringt über seinen eingebauten Druckknopf Relais d23 zum Anzug. Relais d23 hält sich über seinen eigenen Kontakt d23 (F42).

Sofort mit Brennstoffsicherheitsventil und Oxydatorhauptsicherheitsventil wird der Stromkreis für das zweite Wassersteuerventil 2.24 (F32a) über Kontakt d24 (F32a) geschlossen. Ventil 2.24 steuert Ventil 0.13 auf. Ventil 0.13 schließt den Stromkreis über seinen eingebauten Druckknopf für das Relais d20. Die Rückmeldelampe im Blockschaltbild leuchtet auf.

Die beiden Kontakte d13 und d23 (beide F38)

schließen den Stromkreis für die beiden Hauptstufensteuerventile 2.3 und 2.20. Ventil 2.20 steuert Ventil 0.17 auf. Ventil 0.17 legt über seine eingebaute Drucktaste das Relais d22 an Spannung. Relais d22 hält sich über seinen eigenen Kontakt d22 (F39). Rückmeldelampe im Blockschaltbild leuchtet auf.

Relais d26 (F47) zieht über die seit Anlauf des Zeitrelais ZR2 beschriebenen Relais bzw. deren Kontakte an. Der Stromkreis für Relais d26 wird wie folgt geschlossen: Kontakt d20, Kontakt d22, Kontakt d13, Kontakt d25, Kontakt d24, Kontakt d23 (alle F47). Relais d26 hält sich über seinen eigenen Kontakt d26 (F48) und überbrückt sämtliche soeben beschriebenen Kontakte.

Zieht das Relais durch Ausbleiben einer Rückmeldung nicht an, so schaltet das Zeitrelais ZR2 die Anlage nach seiner vorgewählten Zeit genau wie Zeitrelais ZR1 automatisch ab. Kontakt ZR2 und Kontakt d26 (beide F17) lösen die Abschaltung aus (s. Brennschluß ohne Entlüftung). Sind jedoch sämtliche Rückmeldungen vorhanden, schaltet Kontakt d26 (F46) das Zeitrelais ZR2 ab.

Mit dem Anzug von Relais d26 (F47) wird das Furfurylalkoholventil 2.11 (F30) stromlos. Die beiden Ventile 0.15 und 0.15 I schließen. Relais d16 und Relais d17 fallen ab. Die beiden Rückmeldungen im Blockschaltbild erlöschen.

Kontakt d26 (F11) öffnet und hebt die Überbrückung der beiden Kontaktmanometer *p* Luft und *p* H<sub>2</sub>O auf.

Kontakt d26 (F22) schaltet das Bypassventil 2.7 ab. Ventil 2.7 schließt dadurch Ventil 0.11. Relais d12 fällt ab. Lampe im Blockschaltbild erlischt.

Das Oxydatoranfahrventil und die Furfurylalkoholventile sind nun wieder geschlossen. Die Anlage ist in Ordnung und läuft nun mit voller Leistung.

#### 5. Brennschluß ohne Entlüftung

Stellt sich beim Betrieb der Anlage heraus, daß der Betrieb kurzzeitig unterbrochen werden soll, wird die Taste »Brennschluß ohne Entlüftung« gedrückt (F18). Diese Taste ermöglicht ein Wiederaufahren nach Ablauf der Ausblasezeit. Sämtliche Behälter bleiben unter Druck stehen. Dieselbe Funktion wie diese Taste haben auch die Zeitrelais ZR1 und ZR2. Der Kontakt *zr1* (F16) und der Kontakt *zr2* (F17) liegen parallel zur Taste »Brennschluß ohne Entlüftung«.

Nach Drücken der Taste zieht Schütz c3 (F18) an. Er hält sich über Kontakt d5 (F18), Kontakt c3 (F15) und Kontakt c1 (F15). Kontakt c3 (F9) überbrückt das Kontaktmanometer *p* H<sub>2</sub>O, damit kein Brennschluß der Gesamtanlage erfolgen kann. Kontakt c3 (F18) öffnet und schließt dadurch sämtliche bereits beschriebenen Ventile, mit Ausnahme von Entlüftungsventil 2.9—0.2, 0.3 und 0.4. Die Relais d10 bis d26 und Schütz c4 werden stromlos.

Kontakt c3 (F52) bringt Relais d27 zum Anzug. Kontakt d27 (F55) schließt und steuert das Ventil 2.25 auf. Ventil 2.25 steuert das Oxydatorventil 0.16 I zu. Über die eingebaute Drucktaste im Ventil 0.16 leuchtet eine Lampe im Blockschaltbild auf.

Die Ausblaseventile 2.22 für Oxydator und 2.23 für Furfurylalkohol und Brennstoff öffnen, und die Brennkammer wird ausgeblasen. Lampe im Blockschaltbild leuchtet auf.

Das Entwässerungsventil 2.26 öffnet und steuert das Ventil 0.18 auf. Lampe im senkrechten Lampen-

streifen erleuchtet. Das Entwässerungsventil läßt das sich im Krümmer bildende Wasser auslaufen, damit er beim nächsten Versuch frei von Flüssigkeit ist.

Kontakt *d27* (*F49*) läßt das Zeitrelais *ZR3* mit seiner vorgewählten Zeit von 5 Minuten ablaufen.

Relais *d29* (*F56*) zieht an. Kontakt *d27* (*F2*) und Kontakt *d29* (*F3*) öffnen, was eine Abschaltung der Wasserpumpe zur Folge hat.

Relais *d14* (*F29*) ist durch einen Kondensator abfallverzögert, was zur Folge hat, daß das Wasser-ventil 0.131 mit 4 Sekunden Verzögerung erst schließt.

Die Dioden an den Relais *d11*, *d12*, *d13* und *d23* verhindern, daß die Relais durch Rückstrom anziehen. Die Diode am Relais *d14* (*F29*) wird benötigt, damit sich der Kondensator nur am Relais *d14* entlädt. Nach Ablauf der Ausblasezeit öffnet der Kontakt *zr3* (*F56*). Die Ventile 2.22, 2.23 und 2.26 werden stromlos. Das Entwässerungsventil 0.18 schließt ebenfalls. Die beiden Lampen »Entwässerung« und »Ausblasen« erlöschen.

Relais *d29* fällt ab und gibt den Pumpenkreis zur Wiedereinschaltung frei.

#### 6. Wiederaufahren nach Brennschluß ohne Entlüftung

Die Anlage ist so verriegelt, daß ein Betrieb unmöglich ist, wenn die Wasserpumpe nicht angesteuert wurde.

Wird die Taste »Ein« gedrückt, fällt Relais *d5* (*F12*) ab, und zwar so lange, wie die Taste gedrückt wird.

Kontakt *d5* (*F18*) unterbricht den Haltestromkreis für Schütz *c3*.

Kontakt *c3* (*F9*) öffnet die Überbrückung des Kontaktmanometers *p H<sub>2</sub>O*.

Sollte bis jetzt das Kontaktmanometer *p H<sub>2</sub>O* nicht angesprochen haben, d. h., der vorgewählte Pumpendruck ist nicht vorhanden, oder die Pumpe wurde zum zweiten Mal nicht angesteuert, so kommt automatisch »Brennschluß der Gesamtanlage«.

Ist der Pumpendruck genügend hoch, so steuert Kontakt *c3* (*F18*) den zuvor geschilderten Versuchsablauf.

Kontakt *c3* (*F52*) öffnet wieder. Relais *d27* (*F50*) fällt ab.

#### 7. Brennschluß der Gesamtanlage

Soll die ganze Anlage abgeschaltet, d. h. auch die Behälter entlüftet werden, so wird die Taste »Brennschluß der Gesamtanlage« gedrückt (*F8* und *F12*). Die Drucktaste unterbricht den Haltestromkreis des Schützen *c1* (*F8*). Schütz *c1* fällt ab und öffnet seinen Kontakt *c1* (*F14*). Kontakt *c1* (*F50*) schließt den Stromkreis von Relais *d27* über Kontakt *d1* (*F50*) sowie über Kontakt *d6* (*F51*).

Relais *d6* zieht an und hält sich über seinen eigenen Kontakt (*F13*) selbst.

#### 8. Brennschluß durch Abschaltautomatik

Sinkt der Säurespiegel unter einen der beiden Kontakte *u1* oder *u2*, so fällt Relais *d2* oder *d3* (beide *F5a*) ab.

Der Haltestromkreis für Schütz *c1* wird durch Kontakt *d2* oder *d3* (beide *F8*) unterbrochen, so entsteht dieselbe Lage, als ob die Taste »Brennschluß der Gesamtanlage« gedrückt würde.

Gleiches gilt bei Ausfall der Netzspannung, d. h.

Ausfall der Pumpe. Das Kontaktmanometer *p H<sub>2</sub>O* (*F8*) würde dann ebenfalls den Haltestromkreis von Schütz *c1* unterbrechen. Sollte aus irgendwelchen Gründen das Wasser wegbleiben, so schaltet ebenfalls das Kontaktmanometer ab, da dann ja der Wasserpumpendruck sinkt. Ebenfalls in die Abschaltautomatik einbegriffen ist das Kontaktmanometer *p Luft*. Es unterbricht bei zu wenig Steuerdruckluft den Haltestromkreis von Schütz *c1* (*F8*). Das Kontaktmanometer ist jedoch so hoch eingestellt, daß die Druckluft für die Ausblasezeit noch ausreicht.

Bevor man mit dem Betankungsvorgang beginnt, ist es ratsam, alle Ventile der Gesamtanlage auf ihre Funktion zu prüfen.

Zunächst werden der Schlüssel- und der Hauptschalter betätigt. Das Voltmeter zeigt Spannung an. Danach wird die Taste »Ventile auf Funktion prüfen« (*F53*) gedrückt. Relais *d28* (*F53*) zieht an und hält sich über seinen eigenen Kontakt *d28* (*F54*). Kontakt *d28* (*F54*) legt Spannung an die Rückmeldeleuchte. Die Taste hat die Aufgabe, das Kontaktmanometer *p H<sub>2</sub>O* sowie die beiden Kontakte *d2* und *d3* (*F8*) zu überbrücken, da weder betankt ist noch die Wasserpumpe läuft. Kontakt *d28* (*F10*) schließt diese Funktionen kurz. Danach kann, wie bereits beschrieben, der Programmablauf geprüft werden.

Da es vorkommen kann, daß kurz vor Betrieb nochmals ausgeblasen werden soll, ist dafür Relais *d6* (*F13*) eingebaut. Die Taste »Brennschluß der Gesamtanlage« wird gedrückt.

Relais *d6* (*F13*) zieht an und hält sich über seinen eigenen Kontakt *d6* (*F13*). Kontakt *d6* (*F51*) bringt Relais *d27* zum Anzug, das die Ausblaseventile steuert.

Wird die volle Ausblasezeit nicht abgewartet, so kann bereits zuvor mittels Hauptschalter abgeschaltet werden.

#### Patentansprüche:

1. Automatisch gesteuerte Dampf-Erzeugungsanlage hoher Leistung mit sehr kurzer Anfahrzeit, insbesondere zum Betrieb von Absauganlagen für Höhenprüfstände und Vakuumanlagen der Verfahrenstechnik, bei der den in einer Flüssigkeits-Raketen-Brennkammer aus hochenergetischen Kraftstoffen erzeugten Brenngasen Wasser in vorbestimmten Mengen eingespritzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verhinderung von Schwingungen das zu verdampfende Wasser in einer durch eine Einziehung der Brennkammer (11) an ihrem Ende bewirkten Zone geringeren Strömungsquerschnitts der Brenngase (14) mit entsprechend erhöhter Unterschallgeschwindigkeit durch in regelmäßiger Teilung angeordnete Löcher mit angepaßter Geschwindigkeit und unter angepaßtem Winkel radial zur Längsachse der Brennkammer eingespritzt und durch eine an die Brennkammer anschließende, zu einem Verdampfungsraum (15) auslaufende Querschnittserweiterung eine Verwirbelung des Gemisches erzielt wird, wobei der Verdampfungsraum so bemessen ist, daß eine mittlere Verweilzeit von etwa 0,05 Sekunden eingehalten wird, und daß etwa 10% des zu verdampfenden Wassers bereits im unteren Teil der Brennkammer ober-

halb der Einschnürung über regelmäßig verteilte Löcher so gegen einen an der Innenwand angebrachten Ring (21) gespritzt wird, daß an der Innenwand ein zusammenhängender dünner Wasserfilm entsteht.

2. Dampf-Erzeugungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das eingespritzte Wasser zuvor zur Kühlung der Wände des Raketenbrennkammerraumes oder eines Teiles des Verdampfungsraumes verwendet wird.

3. Anlage nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch entsprechende Dosierung der Wasser- zu den Treibstoffmengen die gewünschte Temperatur des Dampf-Gas-Gemisches zwischen Naßdampf- bis zu den hohen Heißdampftemperaturen eingestellt wird.

4. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Oxydator 99<sup>0</sup>/<sub>10</sub>ige HNO<sub>3</sub>, als Brennstoff ein Gemisch von 75 bis 50 Volumprozent Dieselmotorkraftstoff oder leichtem Heizöl mit 25 bis 50 Volumprozent Terpentinöl verwendet wird.

5. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer Programmsteuerung ein weiches und schnelles Anfahren über eine Vorstufe, anschließend das Hochfahren der Anlage auf den gewünschten Betriebszustand (Naß-, Satt- oder Heißdampftemperatur) erfolgt.

6. Anlage nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch den Einbau von geeigneten Sicherheitsvorkehrungen, die jeden neuen Schritt im Hochfahren durch eine oder mehrere Rückmeldungen aus dem vorhergehenden Schritt auslösen, das Anfahren und Abschalten der Anlage unter Vermeidung von Druckstößen durchgeführt wird.

7. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei nicht programmgemäßem Verlauf des Anfahrens, insbesondere beim Auftreten einer Störung, durch eingebaute

Relais die geöffneten Ventile automatisch geschlossen werden.

8. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß beim Abschalten der Anlage die zwischen den Ventilen im Oxydator-Brennstoff- und Zündbrennstoffkreis, insbesondere innerhalb des Einspritzsystems, befindlichen Treibstoffe durch Druckgas in die noch mit heißen Brenngasen gefüllte Brennkammer geblasen werden.

9. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß während des Ausblasens ein Ventil geöffnet ist, das über eine vorzugsweise waagerechte Strecke vor der Treibdüse das Ablassen von nachgelaufenem oder ein-kondensiertem Wasser gestattet.

10. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxydatorstand-anzeige unter Auslösung mehrerer Vorwarnungen einen Überlaufschutz steuert und ein automa-tisches Abschaltrelais betätigt, wenn der Säure-spiegel bis zum Überlaufkontakt steigt.

11. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 10, gekennzeichnet durch eine Verriegelung, die den Betrieb der Anlage unmöglich macht, wenn die Wasserpumpe nicht angesteuert wurde oder die Wasserzufuhr unterbrochen ist.

12. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine kurzzeitige Betriebsunterbrechung durch die Betätigung einer Taste (»Brennschluß ohne Entlüftung«) erfolgt, wobei sämtliche Behälter unter Druck bleiben.

13. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zeitrelais die gesamte Anlage bei Ausbleiben einer Rückmel-dung abschaltet.

14. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß sie ortsveränderlich, transportabel, insbesondere fahrbar, ausgeführt ist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen



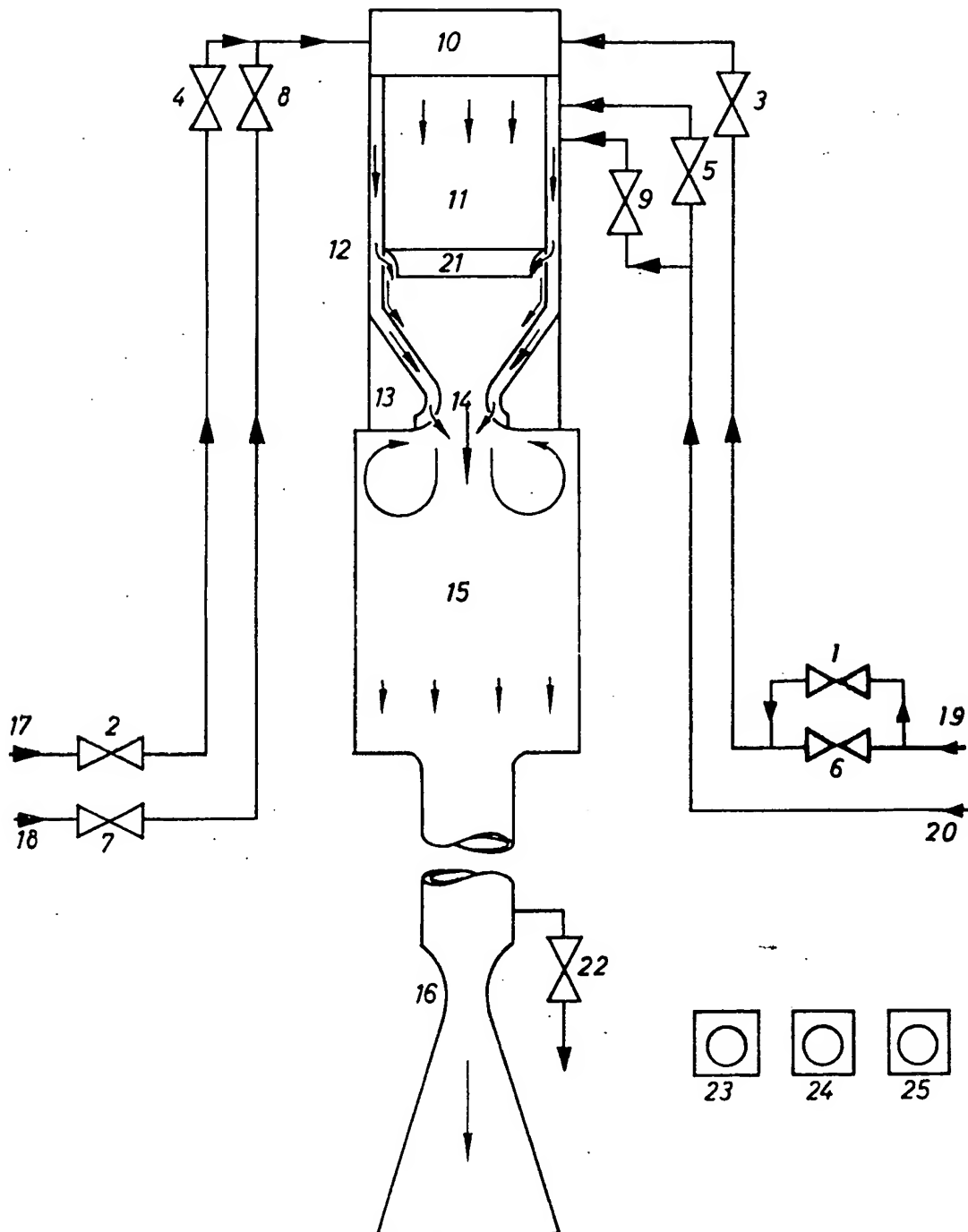
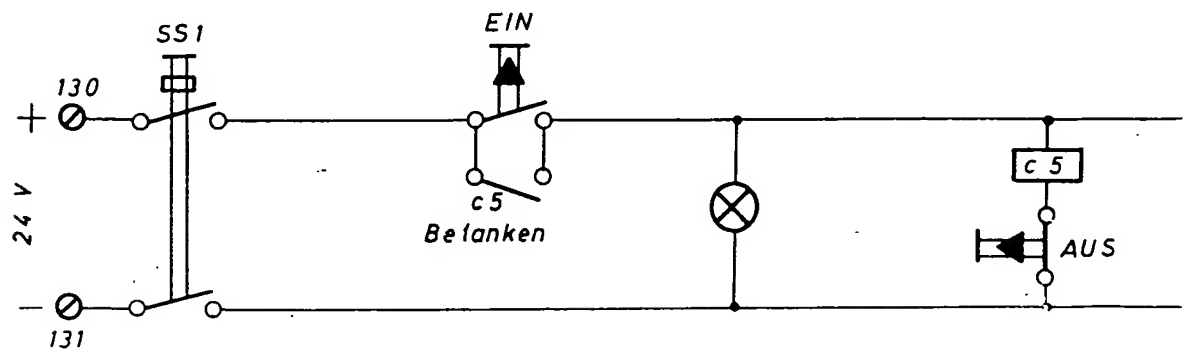
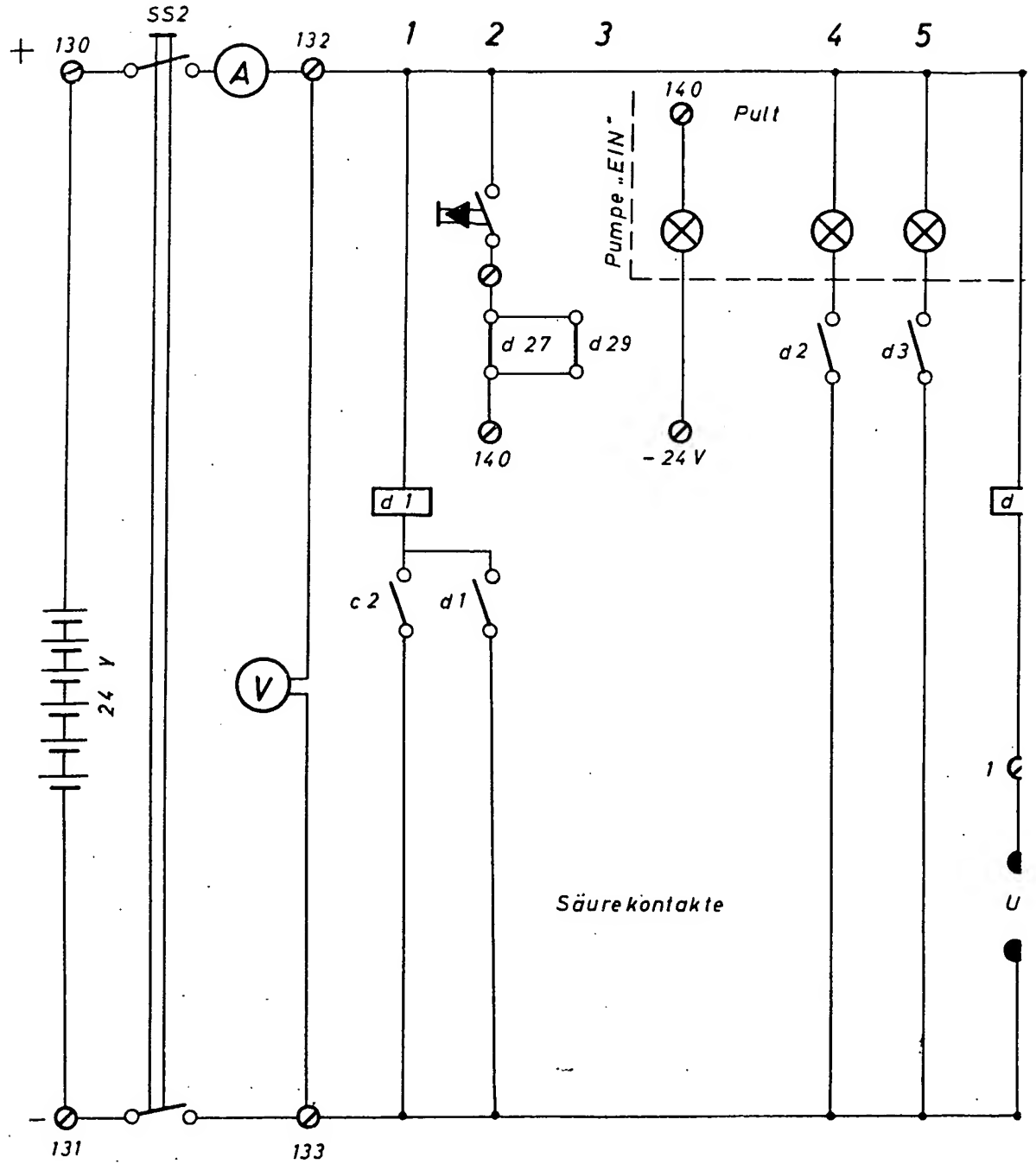


Abb. 1



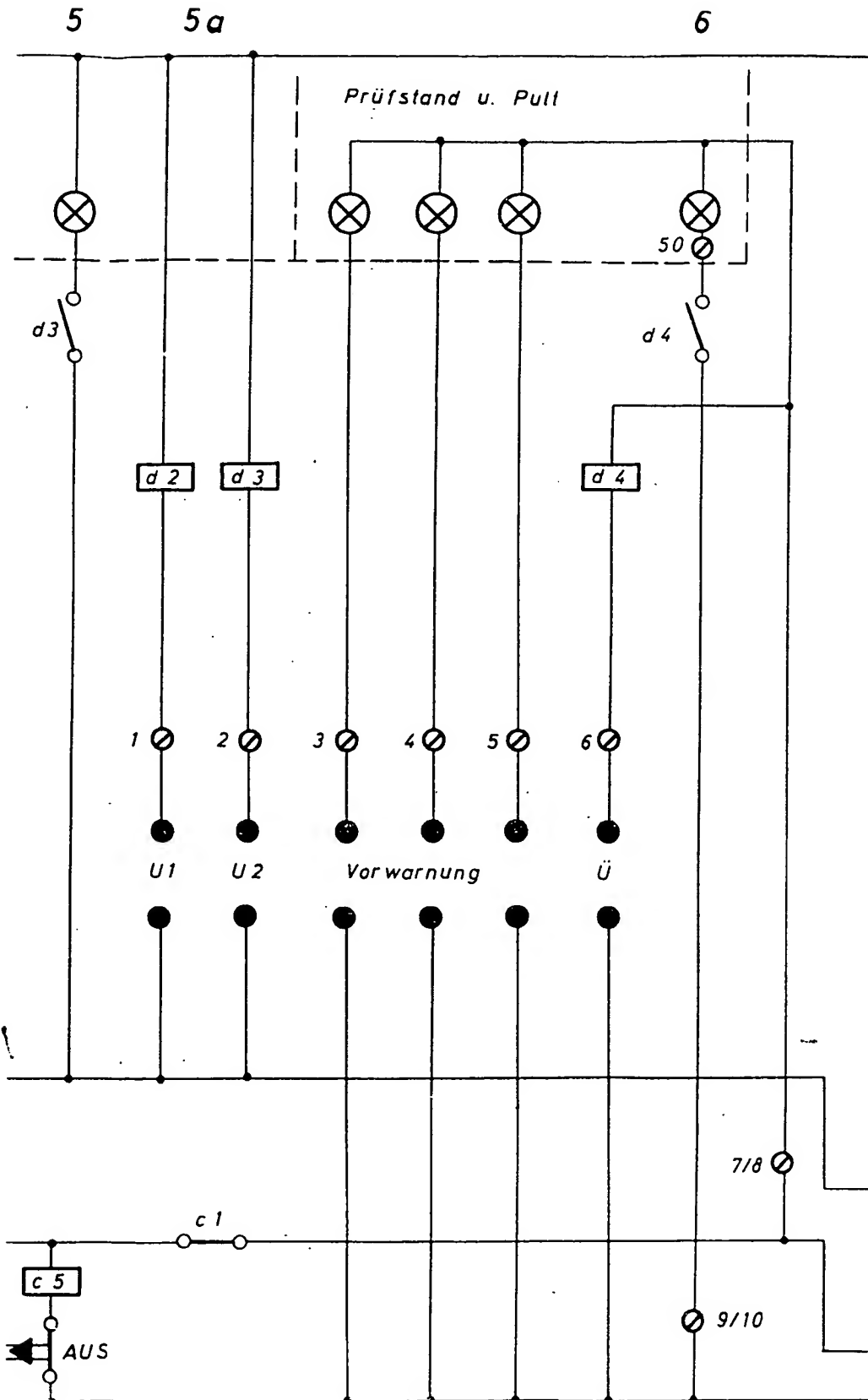
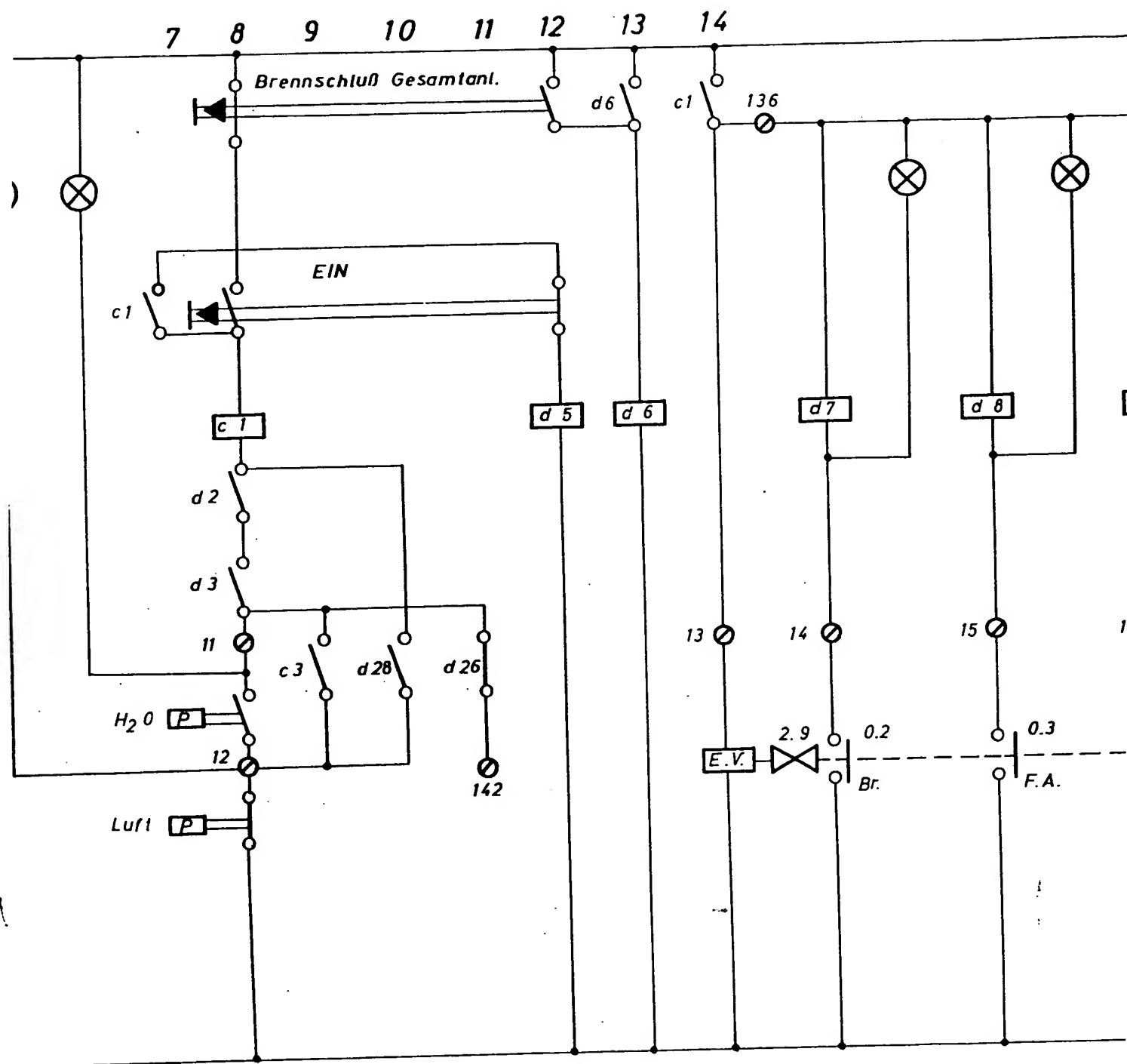
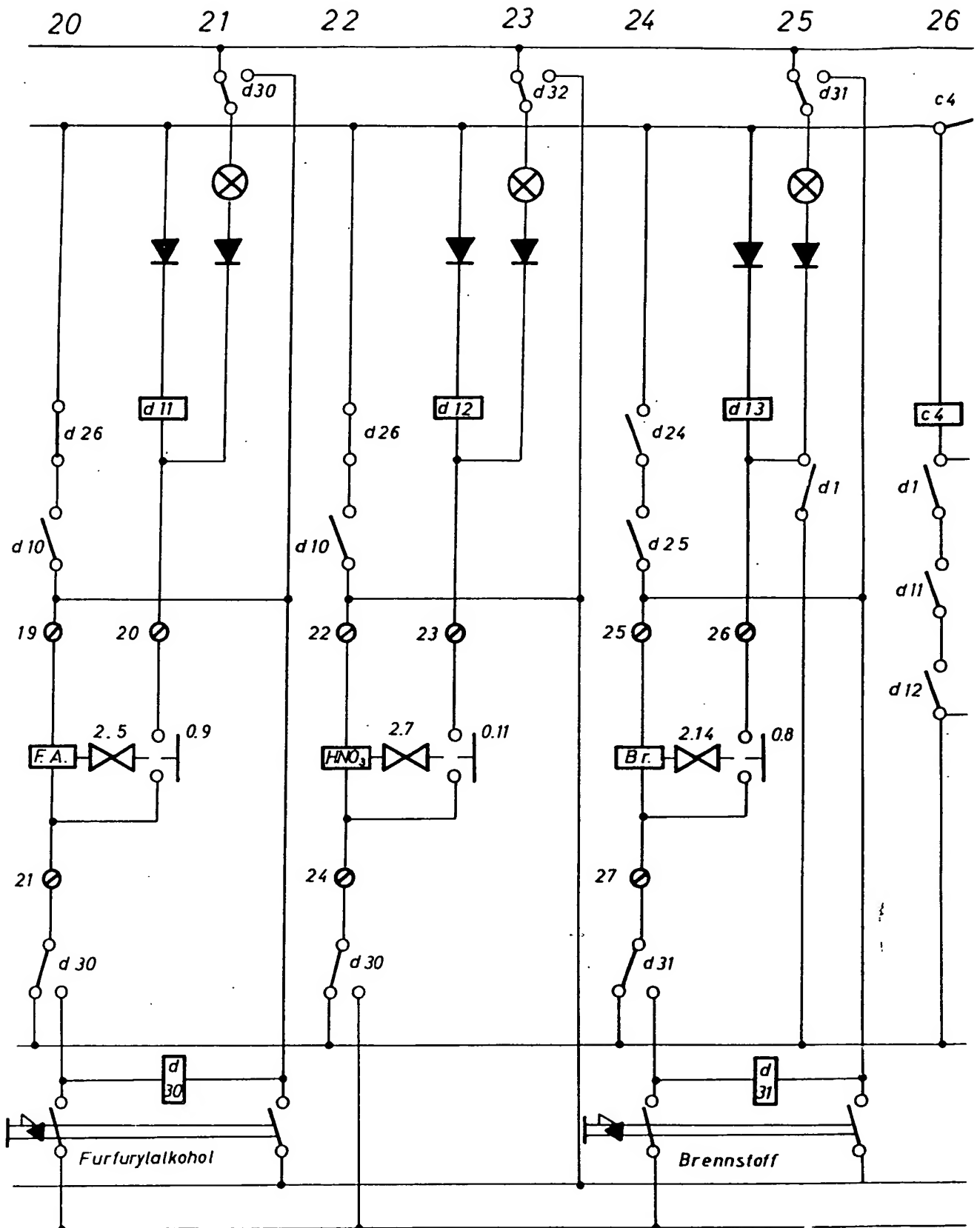


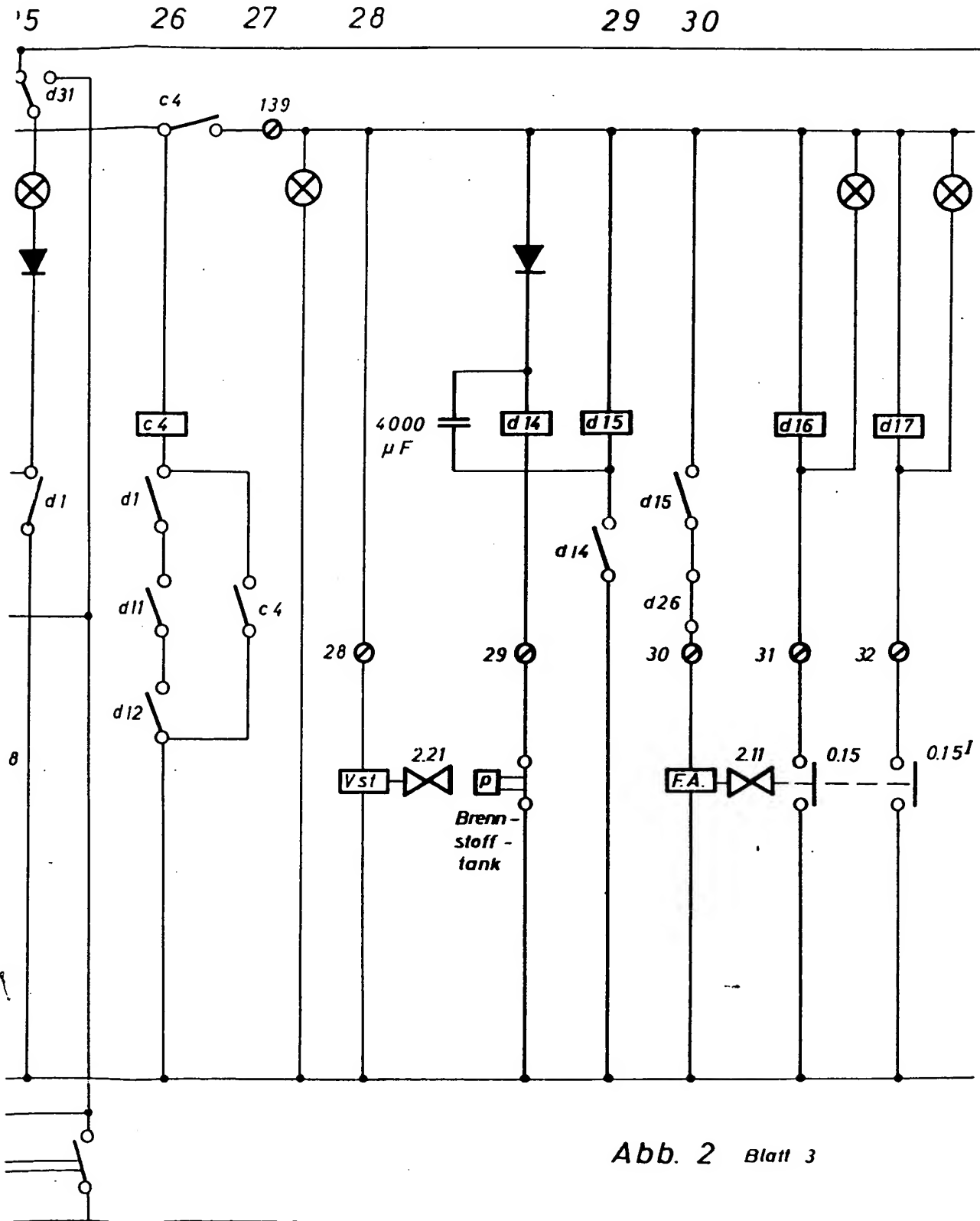
Abb. 2  
 Blatt 1

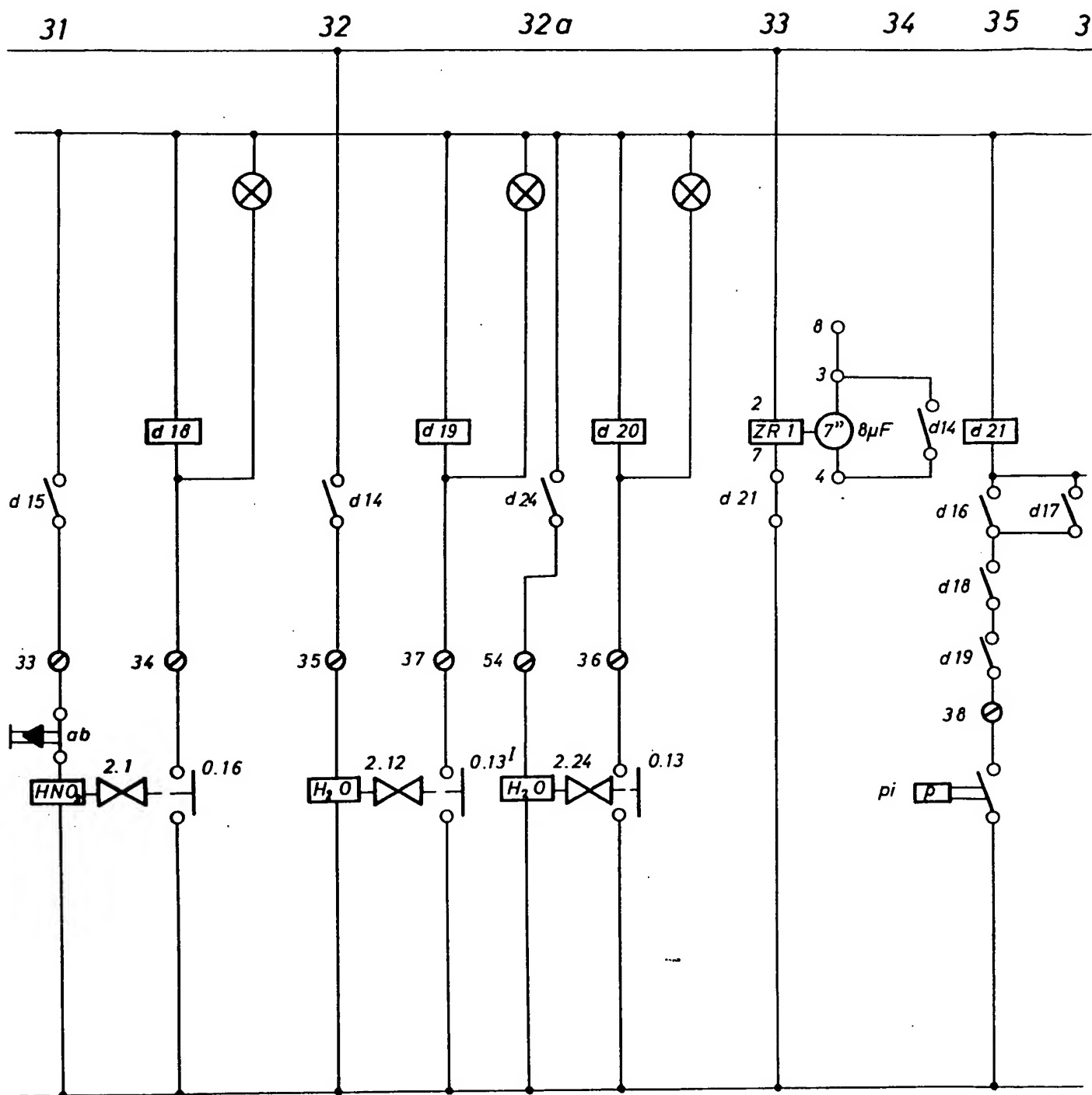












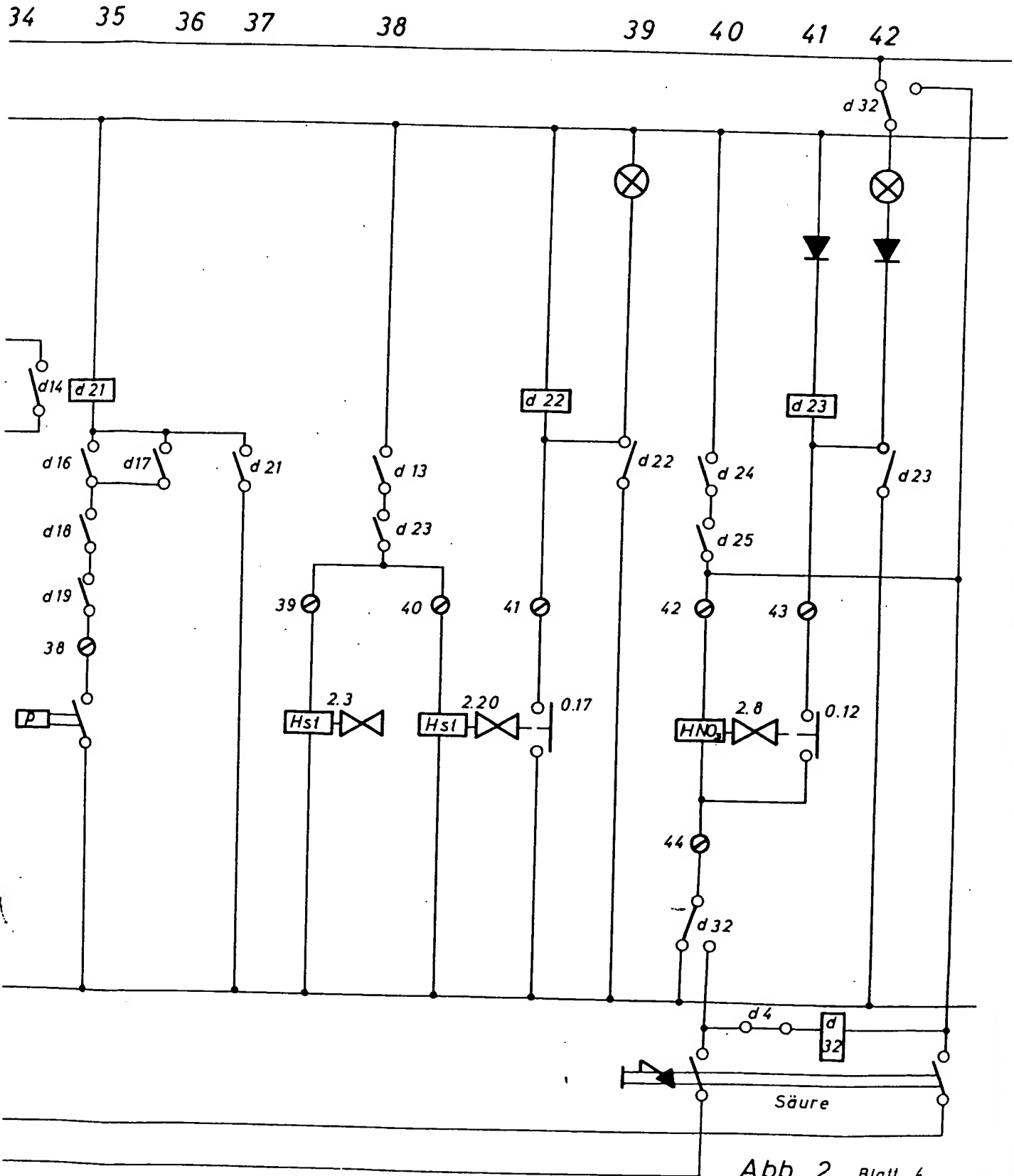
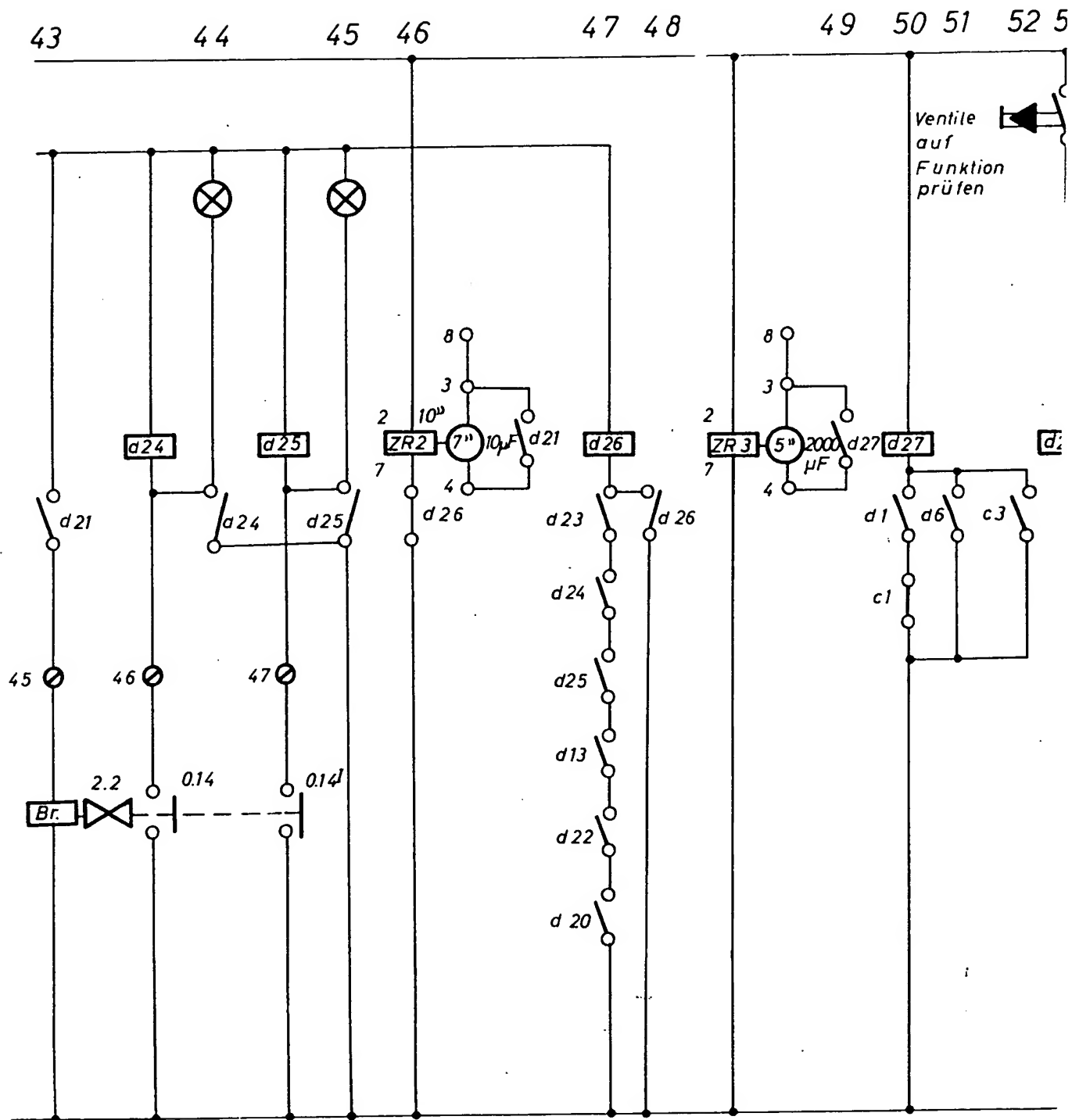


Abb. 2 Blatt 4





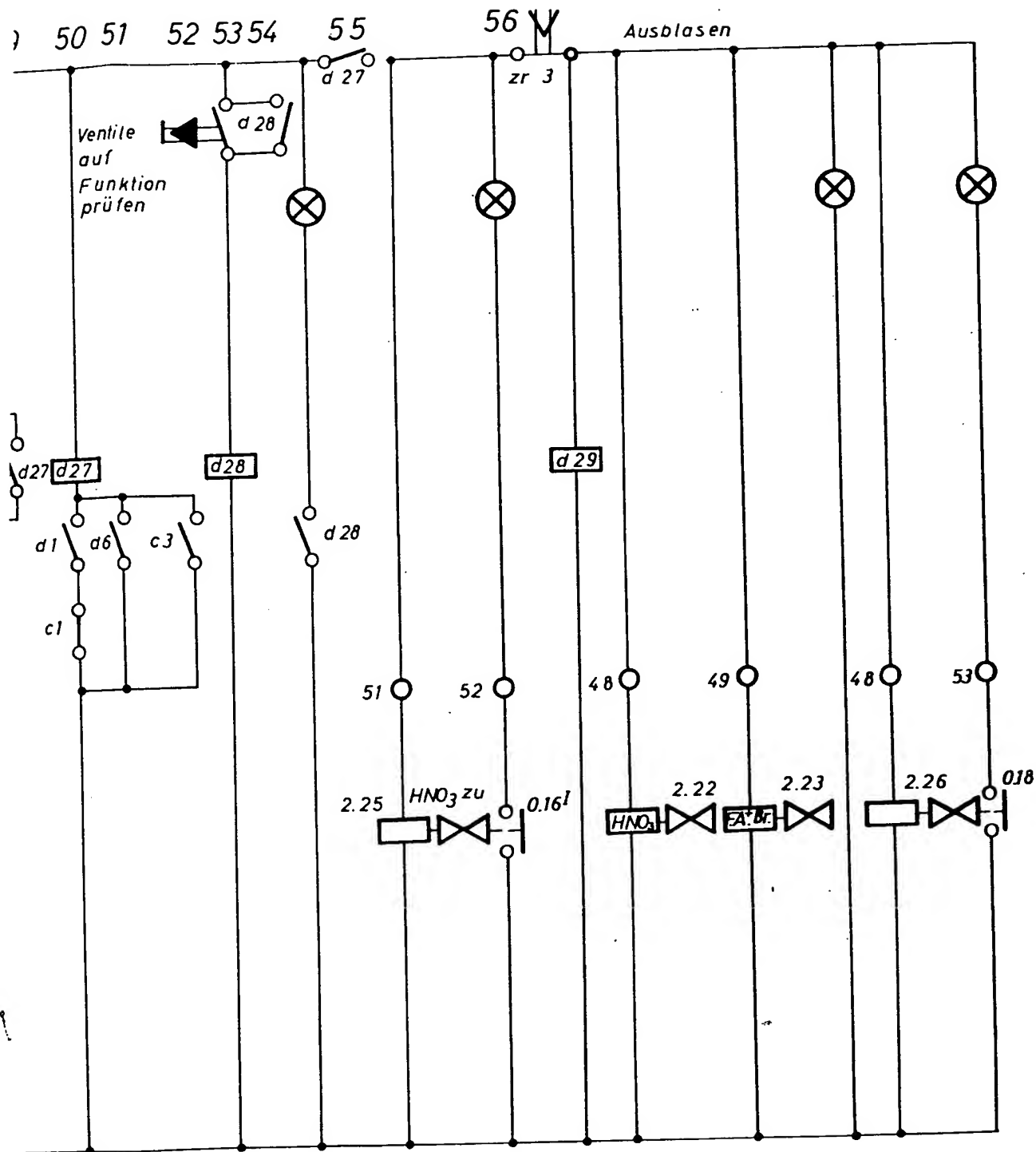


Abb. 2 Blatt 5

Ende

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**